

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES



Trabajo Final para la obtención de grado Académico

**EFFECTOS DEL ENCALADO SOBRE PROPIEDADES FISICAS Y FISICO-QUIMICAS
DE DOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, SU IMPACTO EN EL
RENDIMIENTO DE SOJA**

Carrera: Ingeniería agronómica

Alumno: Tropeano, Francisco

Legajo: 26837/0

DNI:36.396.481

Tel: 1156639773

Mail: franciscotropeano@hotmail.com

Directora: Machetti, Natalia. Cátedra Manejo y conservación de suelos

Co-directora: Pellegrini, Andrea. Cátedra edafología

Fecha: Octubre 2018

1	ÍNDICE	
2		Página
3	Introducción	3
4	Hipótesis	6
5	Objetivos generales	7
6	Objetivos específicos	7
7	Materiales y métodos	7
8	Resultados-Discusión	9
9	Conclusiones	14
10	Bibliografía	15
11	Apéndice	21
12		

13 **RESUMEN**

14 La acidificación edáfica es una problemática importante que puede ser por causada por
15 cuestiones naturales y antrópicas. Tiene consecuencias tanto en las propiedades
16 estacionarias como dinámicas del suelo y en el crecimiento y desarrollo de los cultivos.
17 Una práctica que podría mejorar estas condiciones es el agregado de enmiendas
18 cálcicas, cálcico-magnésicas. Los objetivos fueron evaluar la incidencia de las diferentes
19 dosis de enmienda sobre distintas propiedades del suelo (pH, infiltración, densidad
20 aparente, materia orgánica, carbono particulado), analizar la respuesta de rendimiento de
21 un cultivo (*Glycine max. Merr*), evaluando todos sus componentes en dos suelos. En este
22 trabajo se plantea el agregado de enmienda carbonatada, dolomita, constituida por un
23 21% de CaCO_3 y 13% de MgCO_3 en tres dosis diferentes 0, 1000 y 4000 kg ha^{-1} con el
24 agregado de 200 kg ha^{-1} de yeso. Se realizaron dos ensayos a campo en dos sitios
25 experimentales con un diseño de las parcelas de 5 x 10 m, separadas por calles de 2 m.
26 Los resultados obtenidos, variaron con la condición edáfica de cada sitio. Se evidenció
27 aumento en el pH e infiltración relacionados con la dosis aplicada, mientras que la
28 densidad aparente presentó una tendencia a disminuir con el aumento de dosis. En
29 cuanto al carbono particulado y materia orgánica, no evidenciaron modificaciones con las
30 diversas dosis. Sobre el cultivo de *Glycine max. Merr* el encalado produjo aumentos de
31 rendimiento presentando una relación positiva con el aumento de dosis de dolomita.

32 I. INTRODUCCIÓN

33 A nivel mundial, entre el 25 y el 30% de los suelos están de alguna manera afectados
34 por problemas de acidez y muchos de ellos se encuentran en las regiones más
35 productivas. (Havlin et al., 2005).

36 La acidificación de los suelos responde a distintas causas, tanto naturales como
37 antrópicas. En la región pampeana, dentro de las causas antrópicas podemos mencionar
38 la exportación de bases a través de la producción agrícola y pecuaria (Cruzate & Casas
39 2004; Lemenih et al., 2004; García & Vázquez 2012), el empleo de fertilizantes de alto
40 índice de acidez (Liebig et al., 2002; Estelrich et al., 2012) y la implementación de
41 labranzas reducidas o cero con su posterior acumulación de materia orgánica en
42 superficie (Burle et al., 1997; Vázquez & Pagani 2015).

43 La forma de producción adoptada, en la actualidad, implica la transformación de
44 sistemas productivos mixtos a sistemas de agricultura intensiva, con reemplazo de
45 cultivos tradicionales como el maíz (*Zea mays* L.), por otros de mayor atractivo económico
46 como la soja (*Glycine max* (L.) Merr.), trayendo como consecuencia una menor
47 incorporación de residuos post-cosecha y mayor exportación de bases. La intensificación
48 de la agricultura en general, el empleo de germoplasma de alto potencial de rendimiento y
49 el incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados son factores determinantes de la
50 problemática (Vázquez & Pagani 2015).

51 Dentro de las múltiples consecuencias de la “acidificación”, se puede mencionar la
52 afectación sobre propiedades físicas del suelo, tanto estacionarias como dinámicas
53 (estabilidad estructural, dinámica del agua) (Alburquerque et al., 2003; Vázquez et al.,
54 2009; Nicora et al., 2012), como deficiencias de nutrientes secundarios básicos debido a
55 una disminución de la reserva de calcio (Ca) y magnesio (Mg) y una alteración de la

56 dinámica de otros nutrientes, como Nitrógeno (N), fósforo (P) y molibdeno (Mo) (Vázquez
57 & Pagani 2015).

58 Magra y Ausillo (2004) afirmaron que los suelos ácidos de ámbitos templados presentan
59 menor agregación, lo que determina una disminución en la permeabilidad y la aireación.
60 Esto se debería a que los cationes divalentes que actúan a través de puentes catiónicos
61 como vínculo entre cristales de arcilla y aún entre ellas y otras partículas, de modo que
62 promueven la formación de la estructura, se encuentran mermados en estas situaciones.
63 Esto produce una menor cantidad de poros capaces de suministrar agua y aire, viéndose
64 afectado el rendimiento de los cultivos sensibles.

65 Respecto a las consecuencias de la acidez sobre los vegetales, hay que considerar que
66 cada cultivo tiene un rango de pH de suelo óptimo para su crecimiento, de manera que si
67 este baja a rangos distintos del óptimo, la planta no puede desarrollar su sistema radicular
68 normal y se verá afectada la absorción de nutrientes y agua, alterándose el crecimiento y
69 rendimiento del cultivo (Bernier Alfaro 2006). En el caso de las leguminosas se ven
70 seriamente afectadas, ya que requieren Mo para llevar adelante el proceso de fijación
71 simbiótica de N realizado por las bacterias denominadas genéricamente "rizobios". El Mo
72 aumenta su disponibilidad a medida que se eleva el pH del suelo (Tisdale et al., 1967).

73 Para la modificación de la acidez se usan, tradicionalmente, productos correctores o
74 enmiendas, tales como calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), cal viva (CaO) o
75 apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), práctica denominada encalado. La aplicación de estos materiales
76 produce dos efectos, por un lado suministra Ca y/o Mg, y por otro eleva el pH (Vázquez &
77 Pagani 2015).

78 Varios autores han indicado que la aplicación de yeso junto con la práctica del encalado,
79 incrementa significativamente los rendimientos de las leguminosas debido al aporte
80 adicional de azufre, elemento altamente exigido por las mismas (Alfaro et al. 2006; Torres

81 Duggan et al., 2012). El yeso posee poca solubilidad en agua, igualmente puede
82 reaccionar a mediano plazo en el suelo, constituyendo un suministro inicial de Ca
83 generando la floculación de las arcillas (Espinosa & Molina 1999).

84 El agregado de Ca a través de las enmiendas origina puentes catiónicos que afectan la
85 formación, estabilidad y resistencia mecánica de los agregados con consecuencias sobre
86 la infiltración y la conductividad hidráulica (Wuddivira & Camps-Roach 2007). Debido a
87 mejoras en la estructuración y porosidad, disminuiría la densidad aparente (Dexter &
88 Chan, 1991), mejorando las características físicas del suelo.

89 Además de la elección del tipo de enmienda a utilizar y su forma de aplicación, se ha
90 comprobado que la dosis del corrector juega un rol muy importante en la eficiencia de la
91 práctica. Vázquez et al., (2012) encontraron que dosis superiores a 1.500 kg ha^{-1} de caliza
92 y dolomita, si bien producen mejoras en las propiedades químicas, podían disminuir la
93 eficiencia de la enmienda.

94 La respuesta de los cultivos es variable según la dosis de encalado, debido a que las
95 leguminosas y gramíneas poseen diferente sensibilidad ante cambios de pH. Dentro de
96 las leguminosas, la soja se ve afectada en pH ácidos (Dorrnzoro et al. 2006; García et
97 al. 2007; Vázquez et al. 2010, 2012). Existen evidencias de respuestas del cultivo de soja
98 al agregado de correctores de la acidez (González y Gambaudo 2004; Vivas 2004;
99 Dorrnzoro et al. 2006; Vázquez et al. 2012), señalando como valores de pH óptimo y
100 crítico para esta especie, 6,4-5,8, respectivamente, pudiéndose establecer valores de
101 merma de rendimiento del 20% para pH de 5,7 (Magra y Ausilio 2004). Gambaudo et al.
102 2007, realizaron dos ensayos en distintas zonas de la Provincia de Santa fe y evaluaron el
103 rendimiento de soja entre testigo y un tratamiento con dolomita, y determinaron
104 incrementos en ambos sitios. Por otro lado, González et al., (2001) probaron el agregado
105 de 100 kg ha^{-1} de un granulado calcáreo dolomítico con 22% de Ca y 13% de Mg, y 50 kg

106 ha⁻¹ de granulado de yeso con 22% de Ca y 18% de azufre (S), sobre un cultivo de trigo
107 en San Nicolás, Pcia. Buenos Aires, obteniendo ligeros incrementos del rendimiento.

108 El encalado puede ser evaluado de diferentes maneras, una de ellas es la
109 determinación de carbono particulado (COP) (Carrizo 2015). La fracción orgánica del
110 tamaño de las arenas (>53 µm) del carbono orgánico total (COT), recibe el nombre de
111 COP. Esta fracción es por lo general más lábil que la fracción de carbono orgánico
112 asociada a las partículas de limo y arcilla. El COP está compuesto por una mezcla de
113 residuos de plantas y microfauna en diferentes etapas de su transformación, que incluye
114 microorganismos, esporas, polen, semillas, fitolitos y residuos carbonizados (Spycher et
115 al., 1983; Baisden et al., 2002). La respuesta del COP a demostrado ser más sensibles a
116 cambios de corto plazo producidos por distintas prácticas de manejo respecto al COT
117 (Galantini & Suñer, 2008).

118 Por lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de avanzar en el estudio del efecto
119 del encalado sobre el suelo y el cultivo de soja.

120

121 **II. HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

122 **I.1.Hipótesis**

123 1. La adición de enmiendas modifica la dinámica del agua, a través del aumento de
124 la infiltración, produce disminución de la densidad aparente e incremento del
125 carbono orgánico particulado, manteniéndose constante la materia orgánica,
126 conforme al aumento de la dosis.

127 2. La adición de las enmiendas produce aumentos del rendimiento de *Glycine max.*
128 Merr. (soja) y modificación de sus componentes, con un incremento positivo en
129 relación a las dosis empleadas.

130 3. El efecto de las enmiendas sobre las propiedades físicas y físico-químicas
131 abordadas varía con la condición edáfica de cada suelo analizado.

132

133 **II.2 Objetivo general**

134 Evaluar la incidencia del encalado sobre algunas propiedades físicas y su relación con
135 otras de naturaleza físico-química y su impacto en el rendimiento de soja y sus
136 componentes.

137 **II.3. Objetivos específicos**

138 1. Evaluar la incidencia de diferentes dosis de enmiendas básicas sobre el pH, la
139 infiltración, densidad aparente; la materia orgánica y el carbono orgánico
140 particulado.

141 2. Analizar la respuesta del encalado sobre el rendimiento de *Glycine max.* Merr y
142 sus componentes.

143 3. Comparar los efectos del encalado en dos suelos con características edáficas
144 diferentes.

145

146 **III. MATERIALES Y METODOS**

147 **III.1 Ensayos experimentales**

148 Se realizaron dos ensayos a campo con diseño en bloques completamente al azar con
149 3 repeticiones y arreglo factorial en dos sitios experimentales bajo labranza convencional:

- 150 • Estación Experimental Julio Hirschon (EE.): partido de la Plata, provincia de
151 Buenos Aires, suelo *Argiudol típico*, arcillosa fina, illítica térmica, perteneciente a
152 la serie Bombeador (*Lanfranco J.W. 1988*) (Tabla N°1). La soja fue sembrada el
153 28 de Diciembre de 2015. Se usó la variedad DM 4612, sembrada con 35 cm entre
154 hileras y 22 semillas por metro.

155 • Establecimiento Don Joaquín (DJ): partido de Magdalena, provincia de Buenos
156 Aires, suelo *Paleudol típico*, fina, illítica, térmica perteneciente a la Serie
157 Etcheverry (Tabla N° 2). La soja fue sembrada el 15 de Noviembre de 2015 con un
158 distanciamiento de 42 cm entre hileras y se uso la variedad DM 4200.

159 El diseño de las parcelas experimentales fue de 5 x 10 m, separadas por calles de 2 m.
160 Algunas características edáficas de estos suelos previos a incorporar las enmiendas son
161 en el *Argiudol* un pH de 5,66, el contenido de MO 3,93% y una Dap. 1,13 g cm⁻³. El
162 *Paleudol* tenía un pH de 5,44, el contenido de MO de 5,45% y la Dap 0,973 g cm⁻³.

163 Los tratamientos estuvieron constituidos por distintas dosis 0 (TY), 1.000 (D1000Y) y
164 4.000 kg ha⁻¹(D4000Y) de enmienda carbonatada, dolomita, constituida por un 21% de
165 CaCO₃ y 13% de MgCO₃., con el agregado de 200 kg ha⁻¹ de yeso. En la Estación
166 Experimental, el encalado se realizó el 7 de Septiembre de 2015 al voleo con posterior
167 pasada de disco a los diez días y rastra. En Don Joaquín se realizó la misma práctica el 7
168 de Octubre de 2015. Se tomaron muestras compuesta de cada tratamiento y se realizaron
169 las distintas mediciones 14 meses después de realizar el encalado en DJ, y 18 meses en
170 la EE.

171

172 **III.2. Metodologías**

173 • *pH actual*: Se calculó por vía potenciométrica, con una relación suelo:agua de
174 1:2,5 (p:v); (SAMLA, SAGPyA 2004)

175 • *Infiltración (IB)*: se midió a campo utilizando el infiltrómetro de disco a tensión
176 (Perroux &White, 1988). Una vez obtenido los datos se volcaron a una planilla de
177 cálculo para determinar la tasa de infiltración básica.

- 178 • *Densidad aparente (Dap)*: se tomaron muestras no disturbadas de cada
179 tratamiento con el cilindro según el método de Blake & Hartge (1986).
- 180 • *Materia orgánica (MO)*: Se obtuvo aplicando el factor 1,73 al carbono orgánico
181 fácilmente oxidable por vía húmeda, micrométodo según Walkley y Black
182 modificado; (SAMPLA, SAGPyA 2004).
- 183 • *Carbono orgánico particulado (COP)*: se evaluó por fraccionamiento
184 granulométrico con tamices de 105 y 53 μm , según método de Duval et al. (2013),
185 obteniendo la fracción gruesa (FG) y la fracción fina (FF).
- 186 • *Rendimiento soja (R)*: Se cosecharon manualmente 6 metros lineales por parcela
187 contando el número de plantas para la posterior determinación del rendimiento y
188 sus componentes (planta por hectárea (pl ha^{-1}), vaina por planta (V pl^{-1}), granos
189 por vaina (gr V^{-1}) y peso de mil granos (PMG).

190 **IV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

191 Todos los resultados de las variables medidas fueron evaluados estadísticamente a
192 través de STATISTICA (2005) conforme a los diseños utilizados (ANOVA) y a través de
193 comparaciones múltiples (LSD para infiltración y Tuckey para el resto de las variables).

194 **V. RESULTADOS Y DISUSIÓN**

195 La aplicación de dolomita con yeso produjo cambios significativos de pH ($p < 0,05$). En
196 los dos establecimientos la D4000Y genero un incremento aproximadamente de 1 punto
197 en el pH respecto a la situación en que se encontraban antes de realizar el ensayo,
198 aumentando de 5,49 a 6,41 en la EE y de 5,76 a 6,54 en DJ.

199 En la EE, la D1000Y y D4000Y presentaron diferencia con el TY y entre sí. En el caso
200 de DJ la diferencia se evidenció en D4000Y respecto a TY y D1000Y (Figura N°1).

201 En ambos establecimientos se observó aumentos de pH creciente ante la aplicación de
202 la mayor dosis de dolomita, lo que se corresponde con lo citado por Heredia et al. (1997).
203 Estos autores evaluaron la evolución del pH y propiedades físico-químicas del suelo ante
204 la aplicación de dolomita en un *Argiudol típico*, evidenciando el aumento de pH en un
205 periodo de tiempo de un año. Por otro lado, Torella et al. (2007) realizaron un ensayo en
206 laboratorio con muestras de un suelo *Argiudol típico* al que le aplicaron distintas dosis de
207 caliza y encontraron que el pH aumentó junto con la dosis de encalado.

208 La infiltración básica (IB) en ambos establecimientos presentó una diferencia
209 significativa entre TY y D4000Y de $0,46 \text{ cm h}^{-1}$ en DJ y de $0,33 \text{ cm h}^{-1}$ en la EE ($p < 0.1$). En
210 DJ se observó diferencia significativa entre TY y D1000Y, siendo esta variable más
211 sensible en comparación con la EE (Figura N°2).

212 La IB en DJ y la EE aumentó positivamente con las dosis crecientes de dolomita. Igual
213 resultado encontraron Vazquez et al. (2009), quienes realizaron un trabajo con el objetivo
214 de evaluar la incidencia del agregado de distintas dosis de dolomita y conchilla en un
215 suelo *Argiudol típico*. Estos autores determinaron aumento en la estabilidad de los
216 agregados al agua y que la dosis de 2.000 kg ha^{-1} de dolomita incrementó la frecuencia de
217 poros de mayor tamaño, con geometrías comparables, modificándose la distribución del
218 tamaño de poros.

219 La densidad aparente (Dap) de los dos suelos bajo estudio no presentó diferencias
220 significativas entre los distintos tratamientos ($p < 0,05$). Aunque en ambos casos hay una
221 tendencia a disminuir a medida que aumenta la dosis. (Figura N°3). Estos resultados
222 coinciden con los encontrados por Vazquez et al. (2009), quienes hicieron un ensayo
223 adicionando 1000 y 2000 kg ha^{-1} de dolomita.

224 Respecto al contenido de MO en DJ y en la EE., no se evidenciaron diferencias
225 significativas entre ninguno de los tratamientos ($p < 0,05$). Aunque se observó una
226 tendencia a la disminución con el incremento de la dosis (Figura N°4).

227 El COP al igual que la MO no presentó diferencias significativas entre los tratamientos
228 en ninguno de los dos establecimientos en las dos fracciones determinadas ($p < 0,05$)
229 (Figura N° 5-6).

230 Los contenidos de MO y de las dos fracciones de COP en DJ y EE no se vieron
231 modificados, probablemente, debido a que el periodo entre aplicación de corrector y su
232 evaluación fue de 18 meses, siendo tal vez insuficiente para que se manifiesten
233 modificaciones en estas variables.

234 La razón por la cual la MO presentó una tendencia a la disminución con mayores dosis
235 de dolomita, podría deberse a que el encalado propiciaría mayor actividad microbiana y
236 con ello la mineralización de la materia orgánica lábil, responsable de la unión de
237 macroagregados (Roth y Pavan, 1991; Baldock *et al.*, 1994).

238 Realizar la práctica de encalado en suelos ácidos mejora las condiciones para la
239 actividad microbiana, con un aumento de pH cercano a 7 y una mejor estructura, mejoran
240 la dinámica de aire y agua en el perfil, generando un aumento en la descomposición y
241 mineralización de materia orgánica., por lo tanto, los microorganismos responsables de la
242 dinámica degradativa de la materia orgánica y del ciclaje del N, P y S orgánico,
243 incrementan su nivel de actividad (Magra & Ausilio, 2004).

244 Para evaluar el rendimiento de soja, se estudiaron sus distintos componentes. En DJ, la
245 D1000Y y D4000Y presentaron una reducción significativa ($p < 0,05$) del 42% (84325
246 pl ha^{-1}) y 38% (76389 pl ha^{-1}) respecto al TY. En la EE no se observó diferencia entre
247 tratamientos debido a la gran variabilidad de los datos (Figura N°7).

248 Por otro lado, las $V\text{ pl}^{-1}$, no presentaron diferencia significativa ($p<0,05$) en ningún sitio
249 aunque ambos tuvieron una tendencia a aumentar junto con la mayor dosis de dolomita,
250 siendo este incremento de 44 V pl^{-1} (64%) en DJ y 32 V pl^{-1} (130%) en EE entre D4000Y y
251 TY (Figura N°8).

252 En función de los gr V^{-1} y peso mil granos, en EE no se observaron diferencias en
253 ambos ensayos. En DJ se evidenció aumento significativa ($p<0,05$) de $0,42\text{ gr V}^{-1}$ en
254 D4000Y respecto a TY, mientras que PMG, presentó el menor valor en D1000Y (Figura
255 N° 9 y 10).

256 Además, teniendo en cuenta que el número de granos por planta (gr pl^{-1}) está
257 constituido por $V\text{ pl}^{-1}$ y gr V^{-1} se observó un aumento en ambos establecimientos,
258 presentando una diferencia significativa ($p<0,05$) en DJ con un incremento de 100 gr pl^{-1} y
259 en EE el aumento fue de 254 gr pl^{-1} (Figura N°11).

260 Este estudio podría demostrar lo dicho por diversos autores, quienes han mencionado
261 que la soja es un cultivo capaz de compensar a través de cambios en los componentes de
262 rendimiento, aspectos como bajas densidades o fallas en la siembra dentro de ciertos
263 rangos (Carpenter & Board, 1997; Vega & Andrade, 2000, Ferraris et al., 2003, Rillo et al.,
264 2010). Los mismos autores afirmaron que cambios en la tasa de crecimiento, en
265 respuesta a diferentes tratamientos, afectan tanto el número de granos/planta como el
266 peso de los mismos, siendo el número de granos/vaina el componente menos variable
267 según estos autores. Estos resultados muestran que el efecto enmienda sobre el
268 rendimiento no puede ser explicado por un solo componente, sino que es esperable
269 efectos variables sobre todos los componentes (Vázquez et al., 2012).

270 En relación con lo antedicho, se pudo analizar el rendimiento, y se observó diferente
271 respuesta en los dos establecimientos ante el encalado ($p<0,05$). En DJ se visualizó un
272 incremento significativo entre TY y los tratamientos D1000Y Y D4000Y, aumentando $1,39$

273 t ha⁻¹ entre TY y D4000Y. En la EE no se diferenciaron los tratamientos pero presentó la
274 misma tendencia que en DJ, aumentando 0,28 t ha⁻¹ en D4000Y respecto a TY (Figura
275 N°12).

276 El incremento de rendimiento en DJ y la tendencia al aumento en EE se pudieron
277 generar por diversas circunstancias. Por un lado, se observó que al realizar la práctica de
278 encalado en ambos sitios, se incrementó el pH y ocurrieron modificaciones en la
279 infiltración. Además induce un descenso en el contenido de materia orgánica del suelo
280 pudiendo ser por mejoras en las condiciones para el desarrollo microbiológico con el
281 consecuente aumento de la mineralización como plantea Thompson, 1988, generando un
282 incremento en la disponibilidad de nutrientes, lo que permitió aumentos de rendimientos
283 del cultivo. Cada cultivo tiene un pH óptimo para su desarrollo y crecimiento, siendo las
284 leguminosas las especies más sensible a pH por debajo del mismo, cultivos de cosecha
285 como la soja, se ven seriamente afectados (*Dorronsoro et al. 2006; García et al. 2007;*
286 *Vázquez et al. 2010, 2012*). Cabe destacar que en circunstancias de acidificación,
287 además de la disminución de la disponibilidad de nutrientes como Ca²⁺ y Mg²⁺, en general
288 se produce un desbalance de bases perjudicial para las plantas, (Bordoli, 2005; Vázquez,
289 2010).

290 Diversos ensayos realizados por otros autores también demostraron incrementos
291 variables de rendimiento según enmienda, dosis, especie vegetal y características edafo-
292 climáticas de los sitio de ensayo. Vivas y Fontanetto, (2003) verificaron en el centro de la
293 Pcia. de Santa Fe, Dto. de San Justo, incrementos de rendimiento de soja del orden de
294 300 kg ha⁻¹, con el agregado de 100 kg ha⁻¹ de calcita micronizada y aperdigonada (Ca=
295 37%). A su vez, Vivas *et al.*, (2001) utilizaron un fertilizante granulado con 51% de CaCO₃
296 y 37% de MgCO₃, aplicado en dosis de hasta 600 kg ha⁻¹ en maíz en suelos del centro de
297 Santa Fe de pH 5,4 y 5,9 y bajos contenidos de Ca. Los resultados mostraron

298 incrementos del rendimiento cercanos a los 1000 kg ha⁻¹, con dosis de entre 400-600 kg
299 ha⁻¹, aproximadamente.

300 Dadas las diferencias y similitudes entre los distintos autores citados y los resultados
301 obtenidos en nuestro trabajo sería de interés continuar evaluando la temática.

302

303 **VI CONCLUSIÒN**

304 La adición de enmiendas modificó la dinámica del agua a través del aumento de la
305 infiltración El contenido de materia orgánica y las fracciones del carbono orgánico
306 particulado no se vieron modificadas con las diferentes dosis de enmienda en los suelos
307 estudiados.

308 El encalado produjo sobre el rendimiento de *Glycine max.* Merr. (soja), incremento
309 positivo en relación a las dosis empleadas en el Paleudol, evidenciándose la necesidad de
310 estudiar esta técnica para cada ambiente.

311 Los efectos de las enmiendas sobre las propiedades físicas y físico-químicas
312 abordadas variaron con la condición edáfica de cada sitio.

313

314 **VII. BIBLIOGRAFÍA**

315 **Albuquerque J.A.; Bayer C.; Ernani P.R.; Mafra A.L. & Fontana E.C.** 2003. Aplicação
316 de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. Rev. Brs. Ciênc.
317 Solo 27(5): 799-806.

318 **Alfaro M.; Bernier R. & Iraira S.** 2006. Efecto de fuentes de azufre sobre el rendimiento y
319 calidad de trigo y praderas en dos Andisoles. Agricultura Técnica (Chile). 66 (3): 283-294.

320 **Baisden, W.T.; R. Amundson, D.L. Brenner, A.C. Cook, C Kendall & J.W. Harden,**
321 2002. A multi-isotope C and N modeling analysis of soil organic matter turnover and
322 transport as a function of soil depth in a California annual grassland soil chronosequence.
323 Global Biogeochemical Cycles, 16: 1135.

324 **Baldock, JA; M Aoyama; JM Oades; J Susanto & CD Grant.** 1994. Structural
325 amelioration of South Australian Red-Brown earth using calcium and organic amendments.
326 Aust. J. Soil Res. 32: 571-594.

327 **Bernier, R & Alfaro Marta.** 2006 Acidez de los suelos y efectos del encalado. Instituto de
328 investigaciones agropecuarias (Chile). Boletín inia N°151.

329 **Blake GR & KH Hartge.** 1986. Bulk density. Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical
330 and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph N° 9. Second edition, p. 363-376.

331 **Bordoli, JM.** 2005. Encalado de alfalfa E. Chana. Simposio Binacional Impacto de la
332 Intensificación Agrícola en el Recurso Suelo. Actas 1º Reunión Uruguay de la Ciencia del
333 Suelo. Colonia del Sacramento, Uruguay, 6-7/10. CD-room

334 **Burle M.L.; Mielniczuk J. & Focchi S.** 1997. Effect of cropping systems on soil chemical
335 characteristics, with emphasis on soil acidification. Plant and Soil. 190: 309-316.

336 **Carpenter AC & JE Board.** 1997. Branch yield components controlling soybean yield
337 satability across plant populations. Crop Sci 37: 885-891.

338 **Carrizo M.E.** 2015. Regeneración de la estructura en argiudoles de la provincia de Santa
339 Fe (Argentina). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional
340 de Córdoba. 195 p.

341 **Cruzate G.A. & Casas R.** 2004. Balance de Nutrientes. Revista Fertilizar INTA Año 8
342 Número Especial "Sostenibilidad" p. 7-13.

343 **Dexter A.R. & Chan K.Y.** 1991. Soil mechanical properties as influenced by
344 exchangeable
345 cations. J. Soil Sci. 42, 219–226.

346 **Dorronzoro A.; Hernández J.P.; Casciani A. & Vázquez M.** 2006. Efecto de agregado
347 de P y correctores básicos sobre el rendimiento de soja y sus componentes. XX
348 Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 18-22/9. Salta, Argentina. Acta (trabajo
349 completo): versión electrónica. Acta (resumen): 267

350 **Duval M.E.; Galantini J.A.; Iglesias J.O.; Canelo S.; Martinez J.M. & Wall L.** 2013.
351 Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated
352 systems. Soil Till. Res. 131: 11-19.

353 **Espinosa J. y Molina E.** 1999. Acidez y encalado de los suelos. Primera edición.
354 International Plant Nutrition Institute.

355 **Estelrich C.; Ossola J.; Juan L.; Vázquez M. y Millán G.** 2012. Efecto de la fertilización
356 nitrogenada sobre el pH en dos suelos de la Pradera Pampeana. XIX Congreso
357 Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20/4/12. Mar del
358 Plata, Argentina. Acta: versión digital.

359 **Ferraris, G; N González & A Rivoltella.** 2003. Densidad y distribución de plantas en soja:
360 ¿en qué caso es conveniente resembrar? INTA Pergamino. Revista de Tecnología
361 Agropecuaria: 25-32.

362 **Galantini, J.A. & Suñer, L.** 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los
363 suelos de la Argentina. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Facultad de
364 Ciencias Agropecuarias. 15 pp.

365 **Gambaudo S.; Picco L.; Cervetti A. y Soldano P.** 2007. Encalado en soja. Información
366 técnica cultivos de verano, campaña 2007. INTA. Publicación miscelánea n° 108.

367 **García M.; Vázquez M.; Terminiello A.; Blangeti D. y Kostiria J.** 2007. Datos
368 preliminares del efecto del encalado de alfalfa en el Centro-O de Santa Fe. Ed. Bocco M.,
369 Cosiansi J. Avances en Ingeniería Rural 2: 280-285.

370 **García M.G. y Vázquez M.E.** 2012. Valoración económico-ecológica de la pérdida de
371 nutrientes básicos de los suelos santafesinos. Revista de la Red Iberoamericana de
372 Economía Ecológica (Revibec) 19: 29-41

373 **GeoINTA.** geointa.inta.gov.ar/visor/. Consultado 2/3/2016.

374 **González B; S Gambaudo; D Bersano.; Tenorio; J Neifert & D Osenda.** 2001.
375 Enmiendas en trigo. Revista Fertilizar 6 (23):18-19.

376 **González B. y Gambaudo S.** 2004. Encalado en Soja. Experiencias en restitución de
377 Calcio magnesio y azufre. Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar. Consultado
378 23/6/2015

379 **Havlin J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale y W.L. Nelson.** 2005. Soil acidity and alkalinity. En
380 J.L. Havlin, J.D. Beaton, S.L. Tisdale, W.L. Nelson (ed.) Soil fertility and fertilizers.
381 Pearson Prentice Hall. New Jersey. 7th ed, p. 45-96

382 **Heredia OS; NM Arrigo & R Romano Cavanagh.** 1997. Encalado: su efecto sobre las
383 propiedades fisicoquímicas de un argiudol. Rev. Facultad de Agronomía (UBA) 17 (3): 263
384 - 268

385 **Lanfranco J.W.** 1988. Carta de suelos de la Estación Experimental Central. Facultad de
386 Agronomía, UNLP. (Inédito).

387 **Lemenih M.; Karlitunb E. y Olssonb M.** 2004. Assessing soil chemical and physical
388 propert y responses to deforestation and subsequent cultivation in small holders farming
389 system in Etiopía. *Agriculture, Ecosystems & Environment*81:103-112.

390 **Liebig M.A.; Varvel G.E.; Doran J.W. y Wienhold B.J.** 2002. Crop sequence and
391 nitrogen fertilization effects on soil properties in the western corn belt. *SoilSci. Soc. Am. J.*
392 66: 596-601.

393 **Magra, G. & Ausilio A.** 2004. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional
394 de Rosario. 8/2014. *Rev. Agromensajes*. 5 p

395 **Nicora Z.; Guilino F.; Terminiello A.; Millán G. y Vázquez, M.** 2012. Efecto del encalado
396 sobre la resistencia mecánica de un Hapludol éntico bonaerense. XIX Congreso
397 Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20/4/12. Mar del
398 Plata, Argentina. Acta: versión digital.

399 **Perroux, K.M. y White I.** 1988. Designs for disc permeameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:
400 1205-121

401 **Rillo; S; P Richmond & M Mazzei.** 2010. Intensificación de cultivos de granos:
402 evaluación del sistema de interseembra de trigo-soja sobre el rendimiento físico y
403 económico, eficiencia del uso del agua y los componentes determinantes del rendimiento.

404 **Roth CH & MA Pavan.** 1991. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration
405 in samples of a brazilian Oxisolls. Ed. Elsevier. *Geoderma* 48: 351-361.

406 **SAGPyA** (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación
407 Argentina). Dirección de Producción Agrícola. 2004. Sistema de Apoyo Metodológico a los
408 Laboratorios de Análisis de Suelos (SAMLA). CD-room.

409 **Spycher, G.; P. Sollins & S. Rose.**1983. Carbon and nitrogen in the light fraction of a
410 forest soil: Vertical distribution and seasonal patterns. *Soil Sci.* 135, 79-87.

411 **StatSoft, Inc. (2005).** STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.
412 www.statsoft.com.

413 **Thompson LM & R Troeh.** 1988. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverte 661 páginas
414 **Tisdale L.S. y Nelson W.D.** 1967. Soil Fertility and fertilizer. 2 edition. New York,
415 Macmillan. 694 p.

416 **Torella JL; R Garuzzo & EC Faita.** 2007. Efecto del encalado sobre las propiedades
417 químicas del suelo y la germinación del trébol rojo (*Trifolium pratense*). Argentina.
418 Informaciones Agronómicas nº36. Pág. 14. 12/2007.

419 **Torres Duggan M.; Melgar R.; Rodriguez M.B.; Lavado R.S. y Ciampitti I.A.** 2012.
420 Sulfur fertilization in the argentine Pampas region: a review. *Agronomía & Ambiente*, 32(1-
421 2) 61- 73.

422 **Vázquez M.; Terminiello A.; Duhour A.; García M. y Guilino F.** 2009. Efecto de
423 correctores de acidez sobre las propiedades físicas de un Argiudol típico de la pradera
424 pampeana. *Ciencia del Suelo* 27(1): 67-76.

425 **Vázquez M.; Terminiello A.; Casciani A.; Millán G.; Gelati P.; Guilino F.; García J.;**
426 **Kostiria J. y García M.** 2010. Evaluación del efecto de enmiendas básicas sobre la
427 producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y propiedades edáficas en ámbitos templados
428 argentinos. *Rev. Ciencia del Suelo* 28(2):131-140.

429 **Vázquez M.; Terminiello A.; Casciani A.; Millán G.; Cánova D., Gelati P.; Guilino F.;**
430 **Dorronzoro A., Nicora Z., Lamarche L. y García M.** 2012. Respuesta de la soja (*Glycine*
431 *max* L. Merr) a enmiendas básicas en algunos suelos de las provincias de Buenos Aires y
432 Santa Fe. *Rev. Ciencia del Suelo* 30(1):43-56.

433 **Vázquez M. y Pagani A.** 2015. Calcio y magnesio. Manejo de fertilización y enmiendas
434 en: fertilidad de suelos y fertilización de cultivos 2º edición. Editores Echeverría E. y
435 García F. Ed. INTA Argentina, p. 317-350. 904 p.

436 **Vega, CR & FH Andrade.** 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En:
437 Bases para el manejo del maíz, girasol y soja. Eds. F.H. Andrade & V.O. Sadras. EEA
438 INTA Balcarce, Facultad Ciencias Agrarias UNMP: 97-133

439 **Vivas HS; H Fontanetto; R Albrecht; MA Vega & JL Hotián.** 2001. Fertilización con P y
440 S en el doble cultivo trigo/soja. Residualidad en soja. Respuesta física y económica.
441 Campaña 2001. INTA EEA Rafaela. Publicación Miscelánea N° 95

442 **Vivas HS & H Fontanetto.** 2003. Fósforo, azufre y calcio en la producción de soja en el
443 Dpto San Justo 2002/2003. INTA, Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano.
444 Campaña 2003. Publicación Miscelánea N° 100.

445 **Vivas H. S.** 2004. Fertilización con fósforo y azufre para la producción de Alfalfa en el
446 centro de Santa Fe. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 22-25/6/2004. Entre
447 Ríos, Paraná.

448 **Wuddivira M.N. y Camps-Roach G.** 2007. Effects of organic matter and calcium on soil
449 structural stability. Eur. J. Soil Sci. 58, 722–727.

450

451 **VIII APÉNDICE**452 **Tablas**

453 **Tabla N°1.** Datos analíticos del suelo *Argiudol típico*, Serie Bombeador (*Lanfranco*
 454 *J.W. 1988*).

Horizonte	Ap	A	2 B _{t1}	2B _{t2}	3BC ₁	3BC ₂	3BC ₃	3C
Profundidad (cm)	0-14	14-25	25-40	40-70	70-110	110-165	165-190	190-+200
Carbono total (%)	13,9	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno (%)	1,68	-	-	-	-	-	-	-
Arcilla (%)	20,7	20,7	48,9	49,0	48,6	31,0	20,5	22,3
Limo (%)	50,4	51,9	39,4	37,0	31,3	49,0	52,8	53,4
Arena (%)	28,9	27,4	11,5	13,2	19,8	20,1	21,0	24,2
Clase textural	frL-fr	frL-fr	a-aL	a	a	fra-fraL	frL	frL
pH actual	5,1	5,1	5,5	6,2	6,5	6,5	6,2	6,4
pH potencial	5	5	5,1	5,4	-	-	-	-
Cationes intercambio								
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	12,1	11,3	14,2	19,6	22	19,3	17,3	12,1
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	1,1	2,1	3,5	4,7	4,2	5,1	4,9	1,1
Na (cmol _c kg ⁻¹)	0,1	0,1	1	0,9	1	0,4	0,4	0,1
K (cmol _c kg ⁻¹)	1,2	1,2	0,9	1	2	1,6	1,6	1,2
Al int (cmol _c kg ⁻¹)	0,11	-	-	-	-	-	-	-
Suma de bases (cmol _c kg ⁻¹)	14,5	14,7	14,2	19,6	29,2	26,4	24,2	14,5
CIC (cmol _c kg ⁻¹)	14,3	14,3	19,7	28,3	30,3	28	25	14,3
Sat. con bases (%)	100	100	99,5	92,6	96,4	94,3	96,8	101,4

455

Tabla N°2. Datos analíticos del suelo *Paleudol típico*, Serie Etcheverry (*GeoINTA*

456

2016)

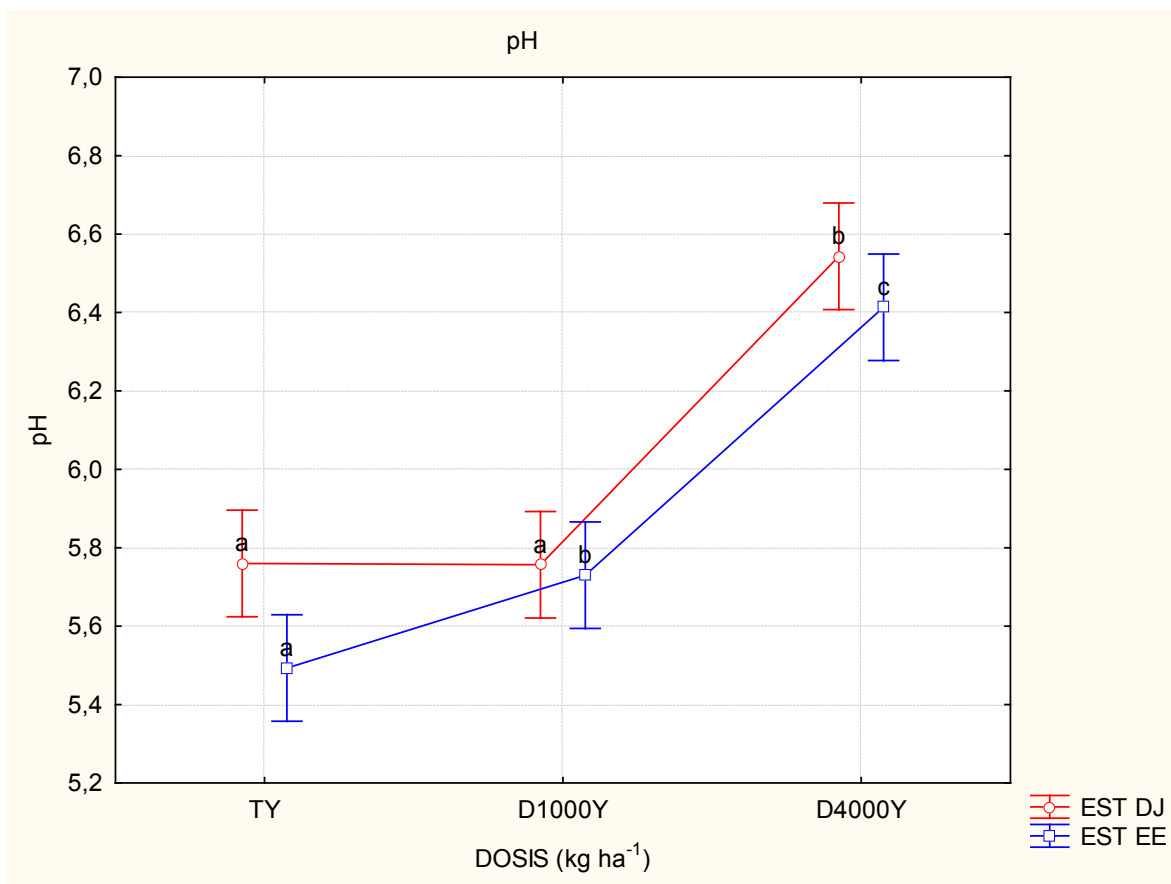
Horizontes	Ap	A	AB	2Btss1	2Btss2	3BCk	3C
Profundidad (cm)	0-15	15-22	22-40	45-90	90-120	127-158	168-200
Mat. Orgánica (%)	4,15	3,44	2,22	1,46	0,91	0,46	0,17
Carbono total (%)	2,39	2	1,29	0,85	0,53	0,27	0,1
Nitrógeno (%)	0,231	0,194	0,125	0,092	0,056	S/D	S/D
Relación C/N	10	10	10	9	9	S/D	S/D
Arcilla < 2 μ (%)	24,7	26,5	21,5	47,5	46,8	42,9	40,8
Limo 2-20 μ (%)	37,6	37,2	44,2	25,2	27,2	30,5	29,6
Limo 2-50 μ (%)	61,9	60,6	66,2	42,8	45,9	43,8	50,3
AMF 50-75 μ (%)	0	0	0	0	0	0	0
AMF 75-100 μ (%)	0	0	0	0	0	0	0
AMF 50-100 μ (%)	12,7	11,8	9,2	8,6	6,7	6,7	8,2
AF 100-250 μ (%)	0,2	1,1	3,1	1,1	0,6	1	0,7
AM 250-500 μ (%)	0	0	0	0	0	0	0
AG 500-1000μ (%)	0	0	0	0	0	0	0
AMG 1-2 mm (%)	0	0	0	0	0	0	0
Calcáreo (%)	0	0	0	0	Vestigios	5,6	Vestigios
Eq.humedad (%)	30,8	33,1	29,8	54,2	49,9	43,9	39,8
Re. pasta Ohms	8872	5687	9327	2320	1729	1592	1911
pH actual	6,2	6,1	6,9	7,5	7,7	6,9	6,9
Ca ⁺⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	12,6	12,8	11,4	25,7	S/D	S/D	S/D

Mg⁺⁺ (cmol_c kg⁻¹)	1,7	1,9	2,4	7,2	S/D	S/D	S/D
Na⁺ (cmol_c kg⁻¹)	0,2	0,3	0,4	1,6	1,8	2,2	1,8
K⁺ (cmol_c kg⁻¹)	0,8	0,5	0,2	1,1	1,3	1,6	1,6
H⁺ (cmol_c kg⁻¹)	10	9,2	5,1	5,9	S/D	S/D	S/D
Na (% de T)	0,9	1,4	2,4	4,2	4,1	3,6	6
Suma de Bases	15,3	15,5	14,4	35,6	S/D	S/D	S/D
CIC (cmol_c kg⁻¹)	21,1	21,1	16,2	37,3	43	33,1	29,8
Sat. con bases (%)	61	63	74	83	S/D	S/D	S/D

457

458

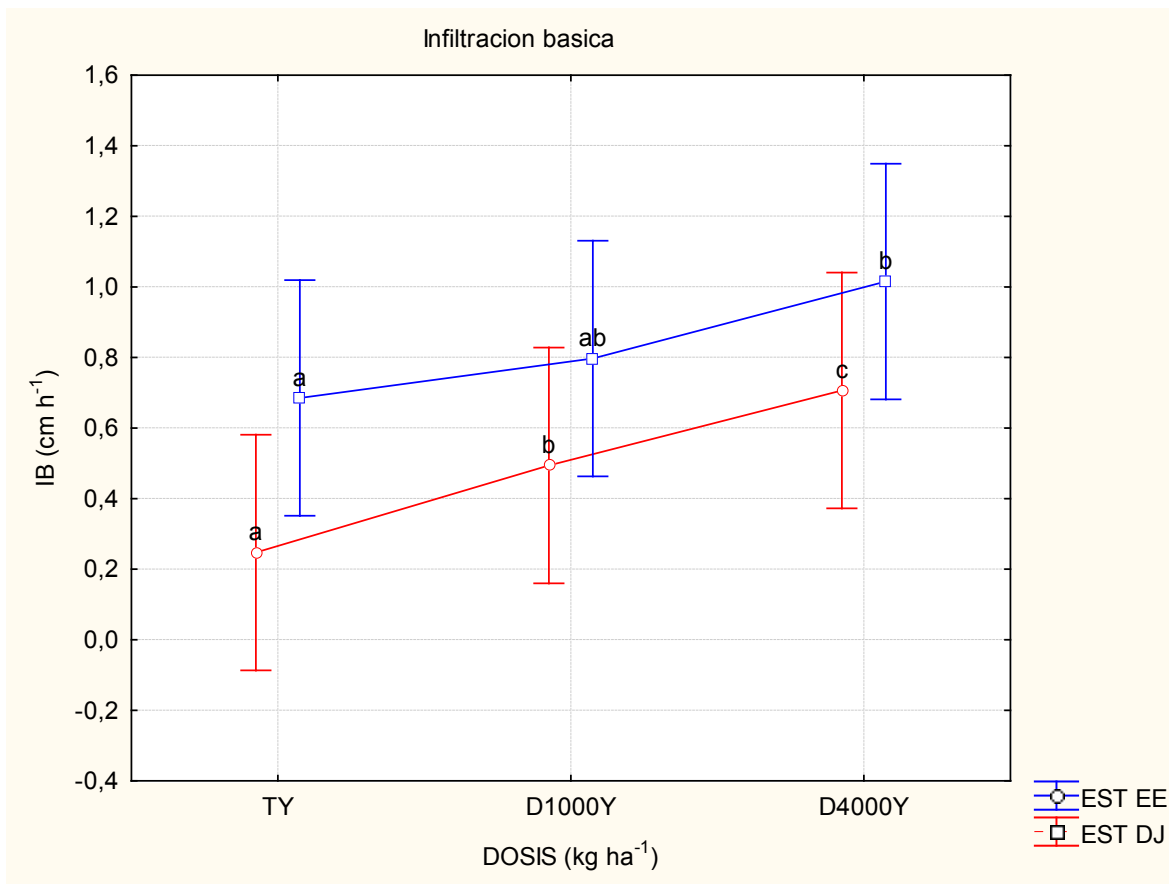
459 **Figuras**



460

461 **Figura N° 1. Valores de pH actual (1:2,5 suelo/H₂O) según tratamiento aplicado:**
462 **TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹ D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita, con adición**
463 **de 200 kg ha⁻¹ de yeso en cada tratamientos, para el suelo del establecimiento Don**
464 **Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental (EE). Letras diferentes indican**
465 **diferencias significativas entre tratamientos para un mismo suelo (Tukey 0,05).**

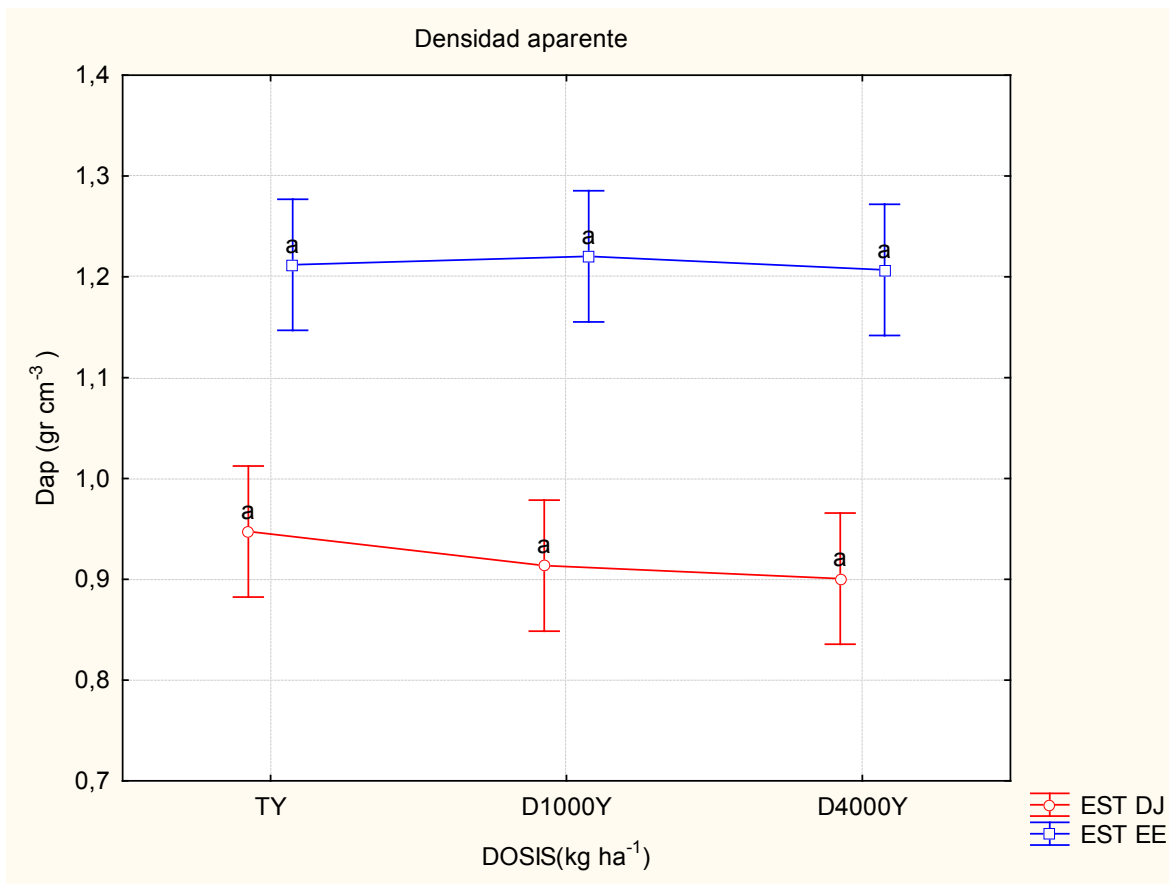
466



467

468 **Figura N°2. Infiltración básica (cm h⁻¹) según tratamiento: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y=**
 469 **1.000 kg ha⁻¹ D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres**
 470 **tratamientos, para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación**
 471 **Experimental (EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre**
 472 **tratamientos para un mismo suelo. (LSD 0,1)**

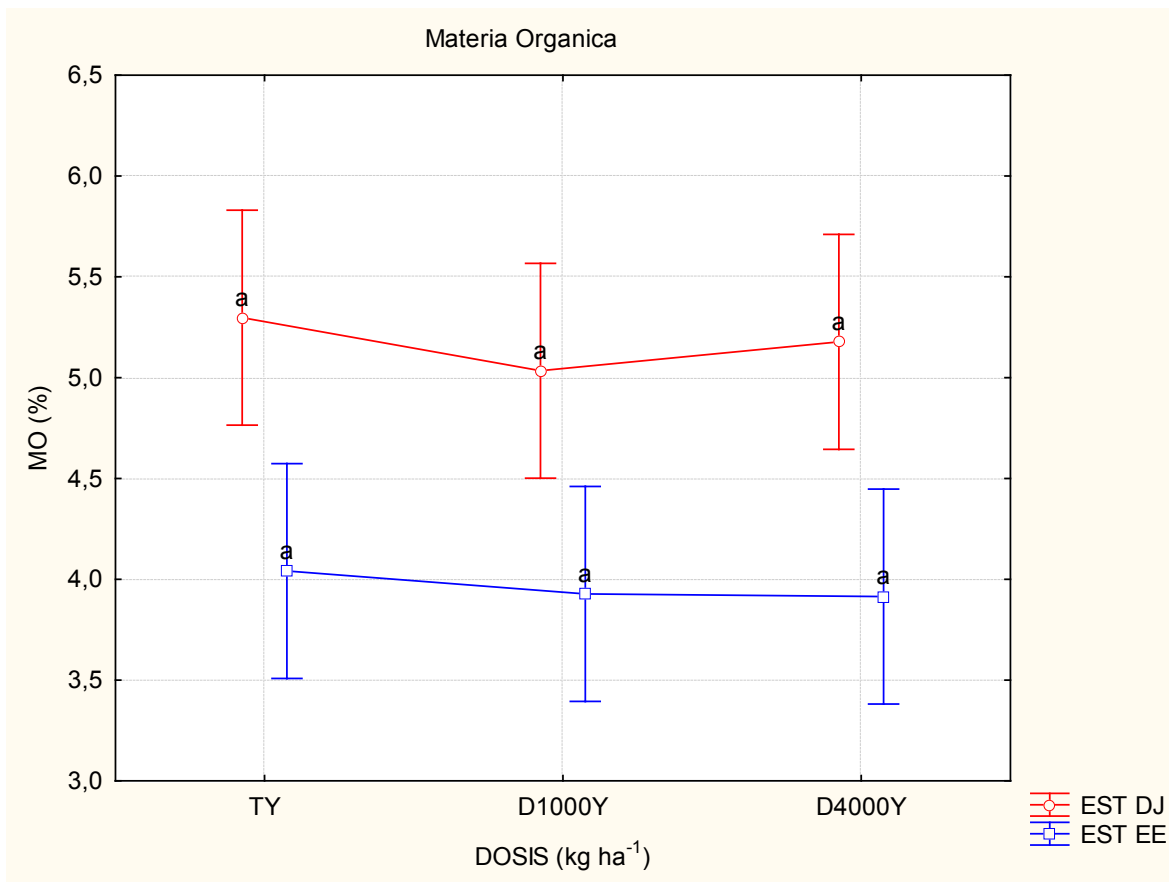
473



474

475 **Figura N°3 Densidad aparente (g cm⁻³) según tratamiento: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y=**
 476 **1.000 kg ha⁻¹ D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres**
 477 **tratamientos, para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación**
 478 **Experimental (EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre**
 479 **tratamientos para un mismo suelo (Tukey 0,05).**

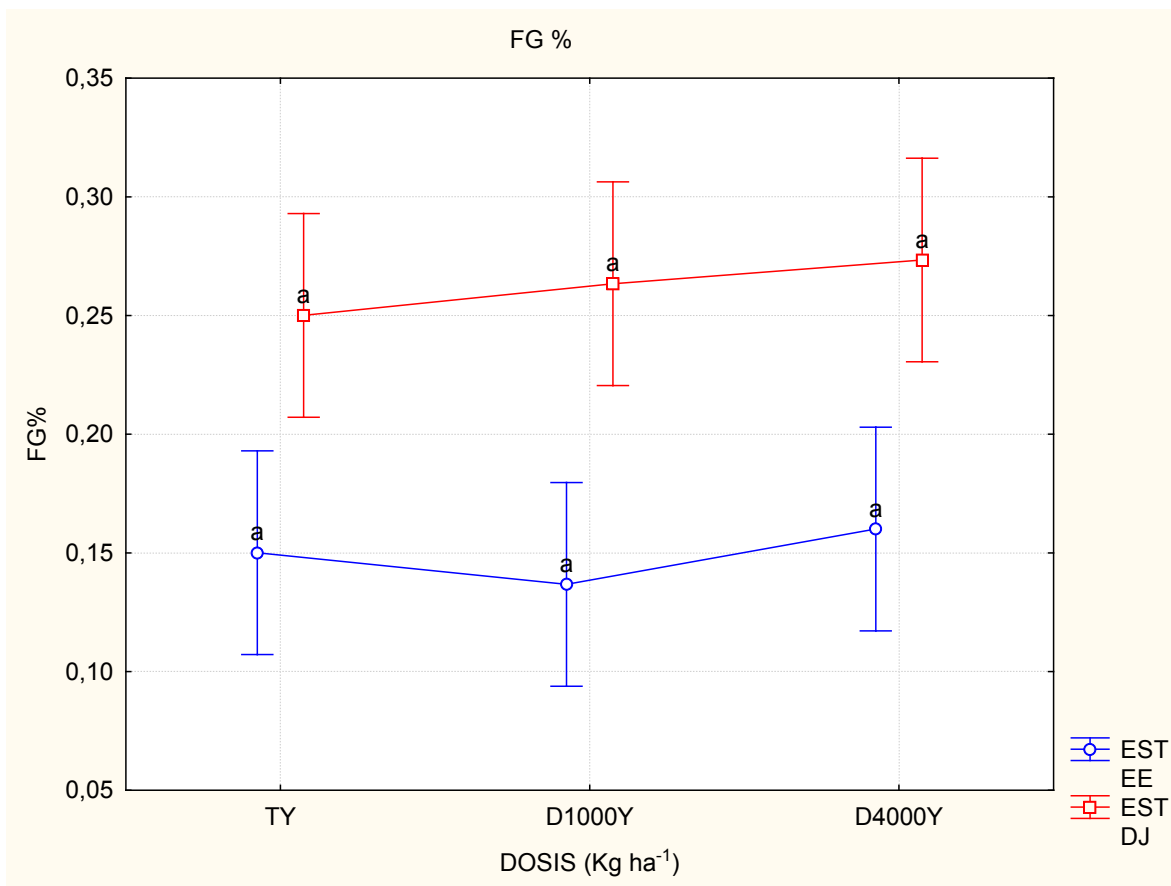
480



481

482 **Figura N° 4. Contenido de materia orgánica (%) según tratamiento: TY=0 kg ha⁻¹,**
 483 **D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹, D4000Y=4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en**
 484 **los tres tratamientos, para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la**
 485 **Estación Experimental (EE). Letras diferentes indican diferencias significativas**
 486 **entre tratamientos para un mismo suelo (Tukey 0,05)**

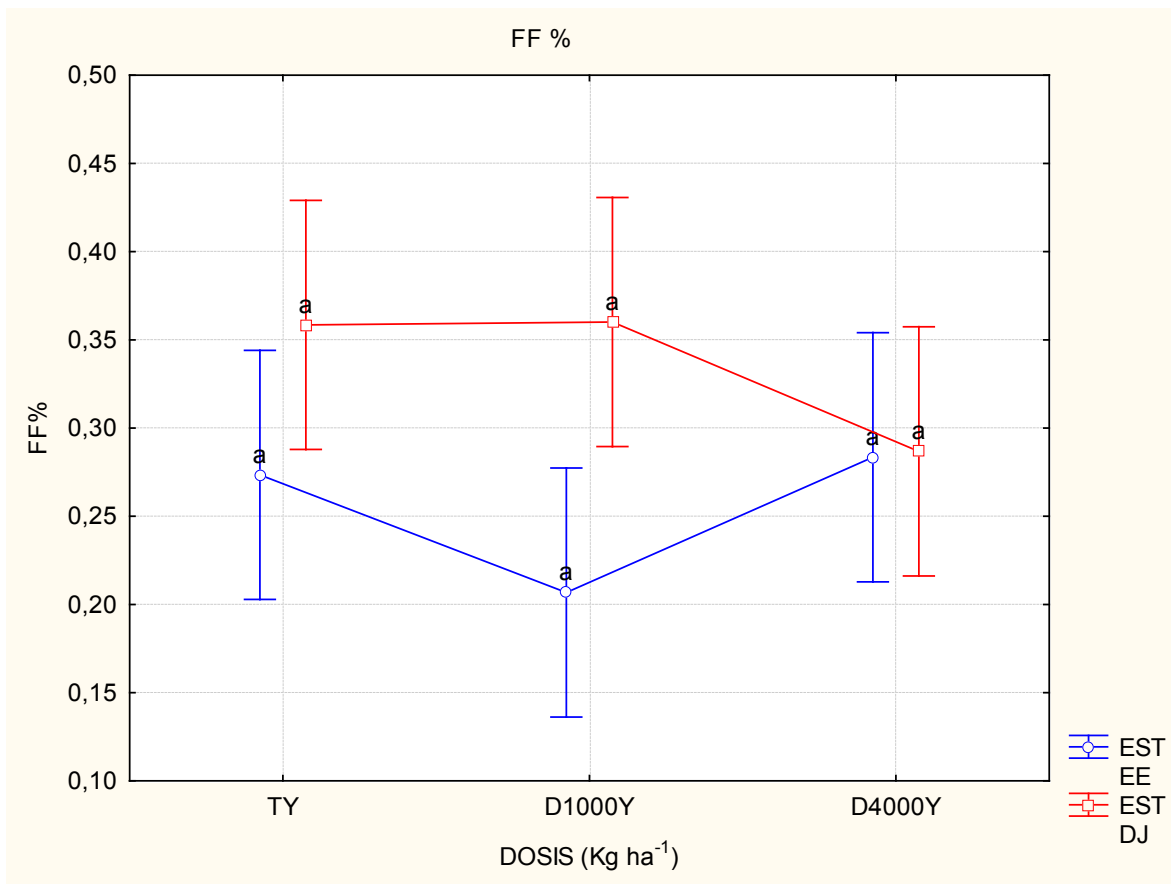
487



488

489 **Figura N° 5. Carbono orgánico particulado >105 μm (FG %) según tratamiento:**
 490 **TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹, D4000Y=4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg**
 491 **ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos, para el suelo del establecimiento Don Joaquín**
 492 **(DJ) y de la Estación Experimental (EE). Letras diferentes indican diferencias**
 493 **significativas entre tratamientos para un mismo suelo (Tukey 0,05)**

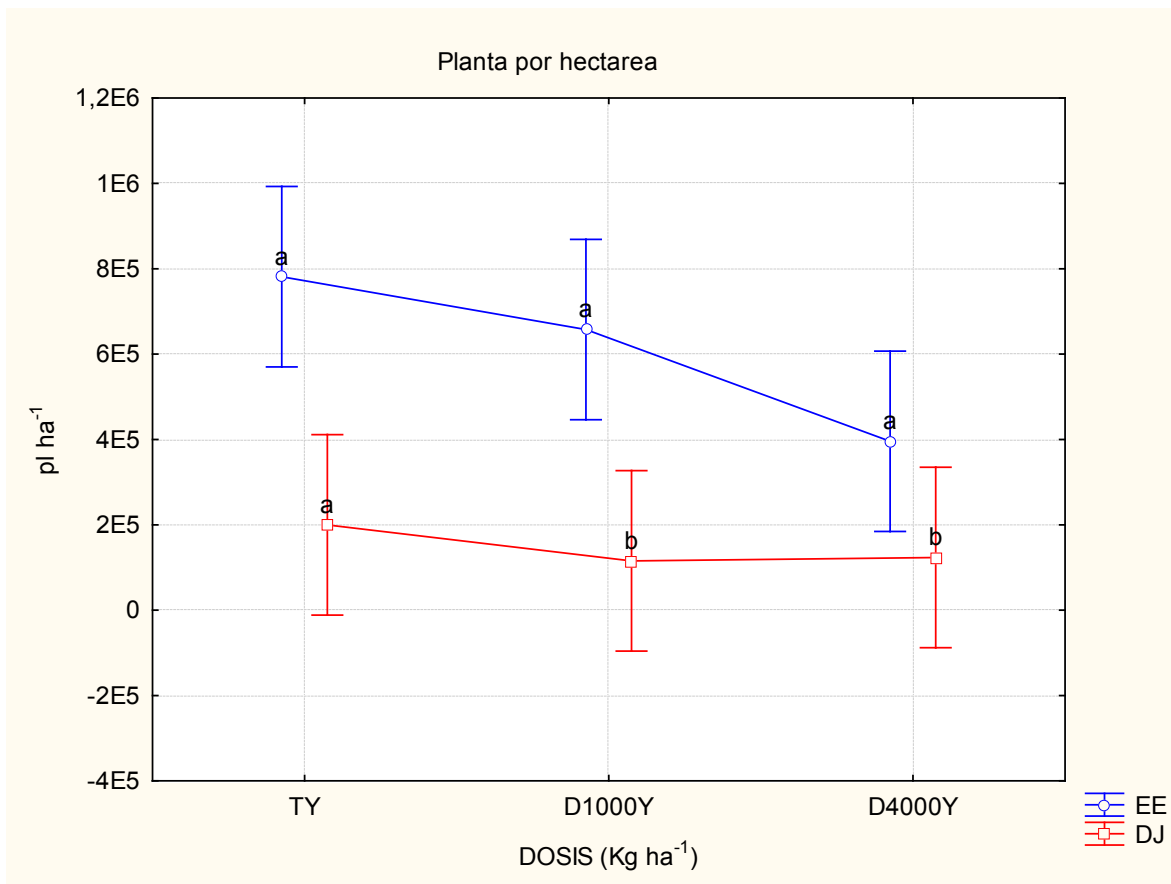
494



495

496 **Figura N° 6** Contenido de fracción fina (%) según tratamiento: TY=0 kg ha⁻¹,
 497 **D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹, D4000Y=4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en**
 498 **los tres tratamientos, para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la**
 499 **Estación Experimental (EE). Letras diferentes indican diferencias significativas**
 500 **entre tratamientos para un mismo suelo (Tukey 0,05)**

501

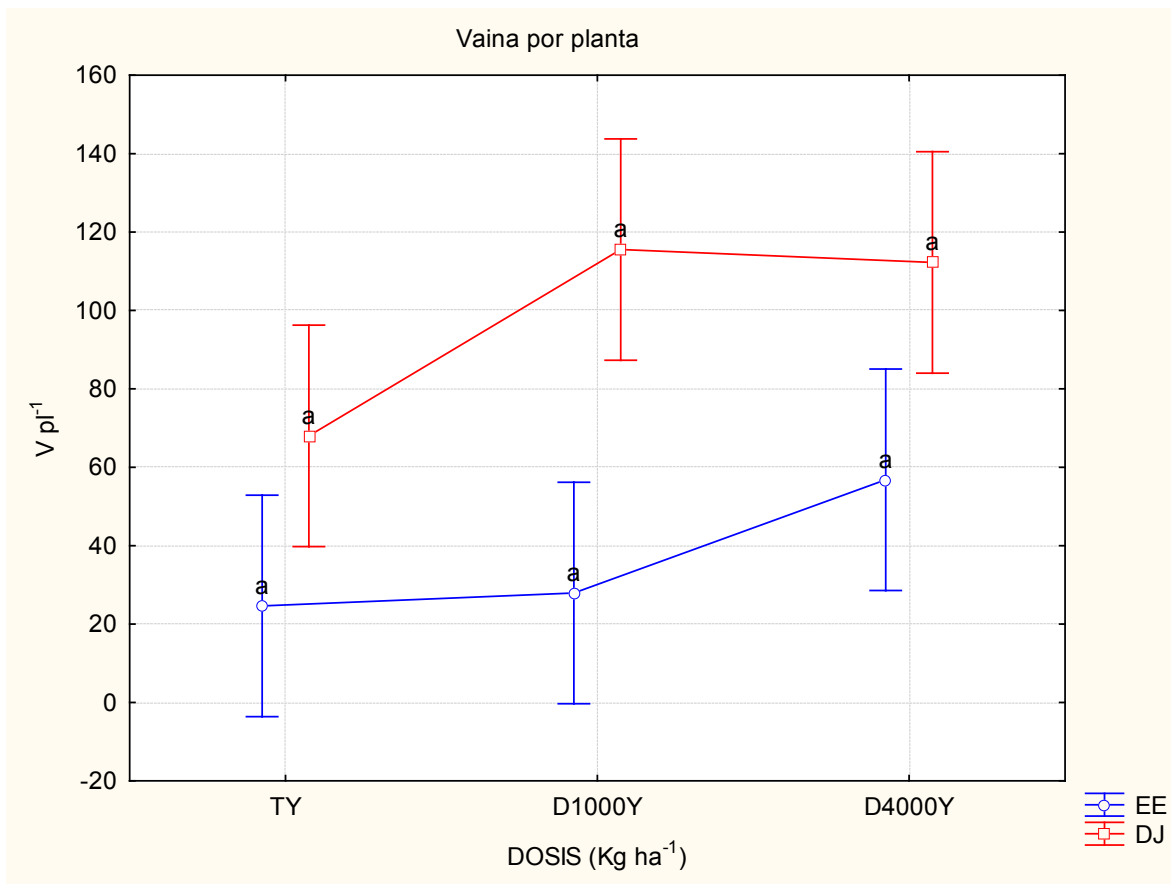


502

503 **Figura N°7. Planta por hectárea (pl ha⁻¹) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 504 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 505 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 506 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 507 **mismo suelo (Tukey 0,05).**

508

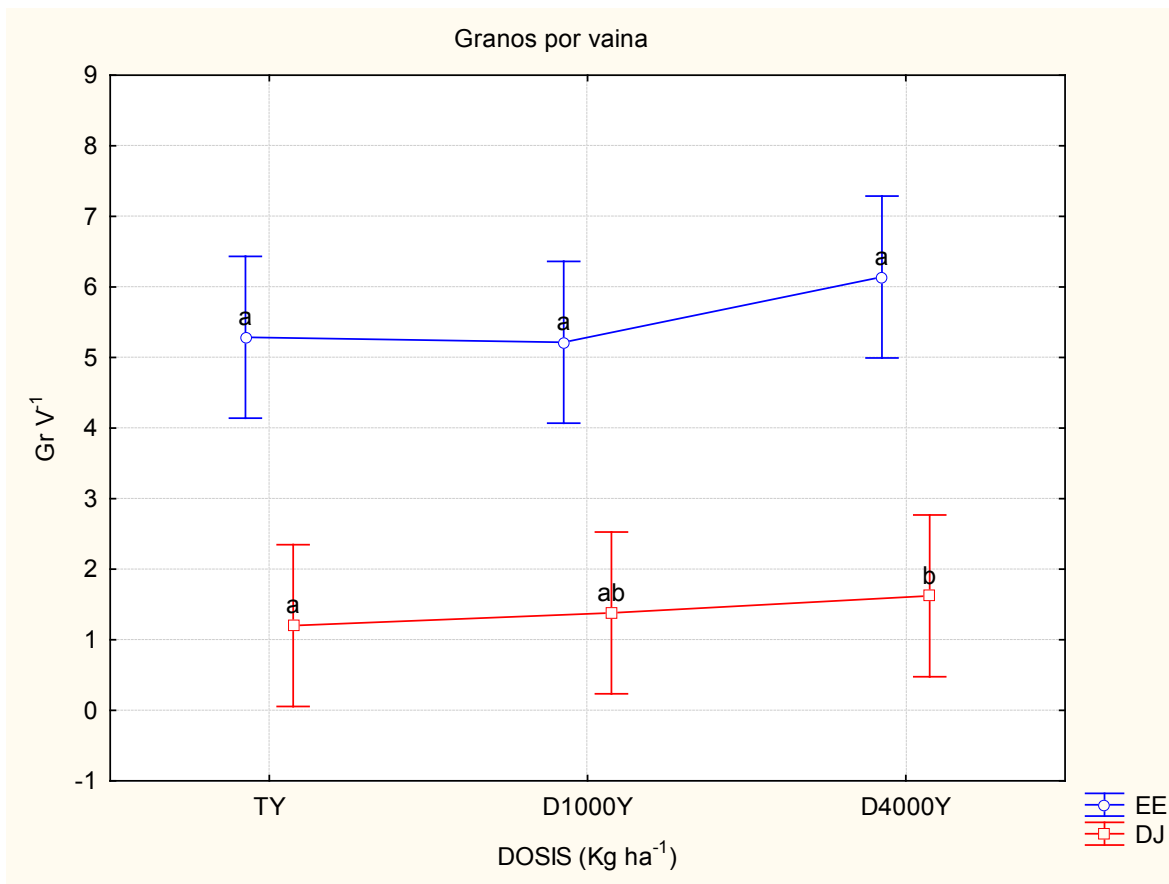
509



510

511 **Figura N°8. Vaina por planta (V pl⁻¹) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 512 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 513 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 514 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 515 **mismo suelo (Tukey 0,05).**

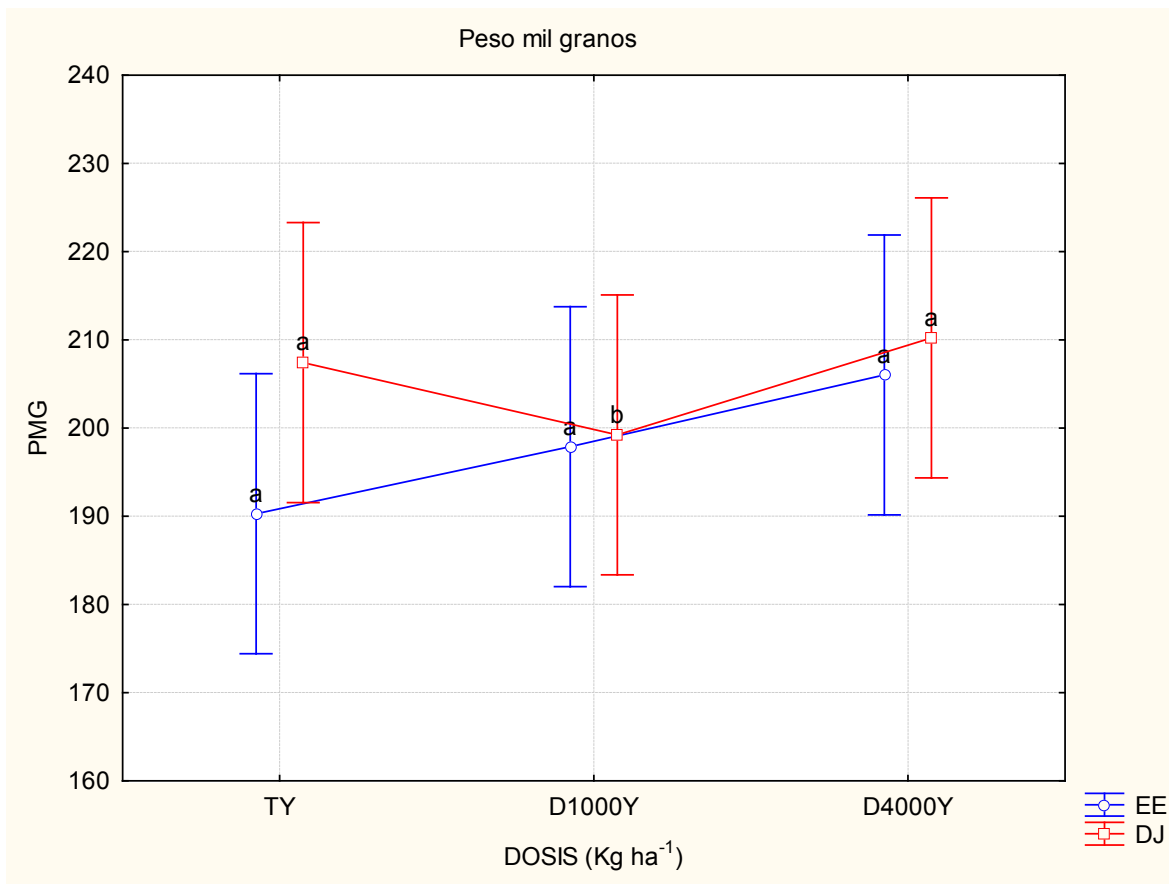
516



517

518 **Figura N°9 .Granos por vaina (gr V⁻¹) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 519 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 520 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 521 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 522 **mismo suelo (Tukey 0,05).**

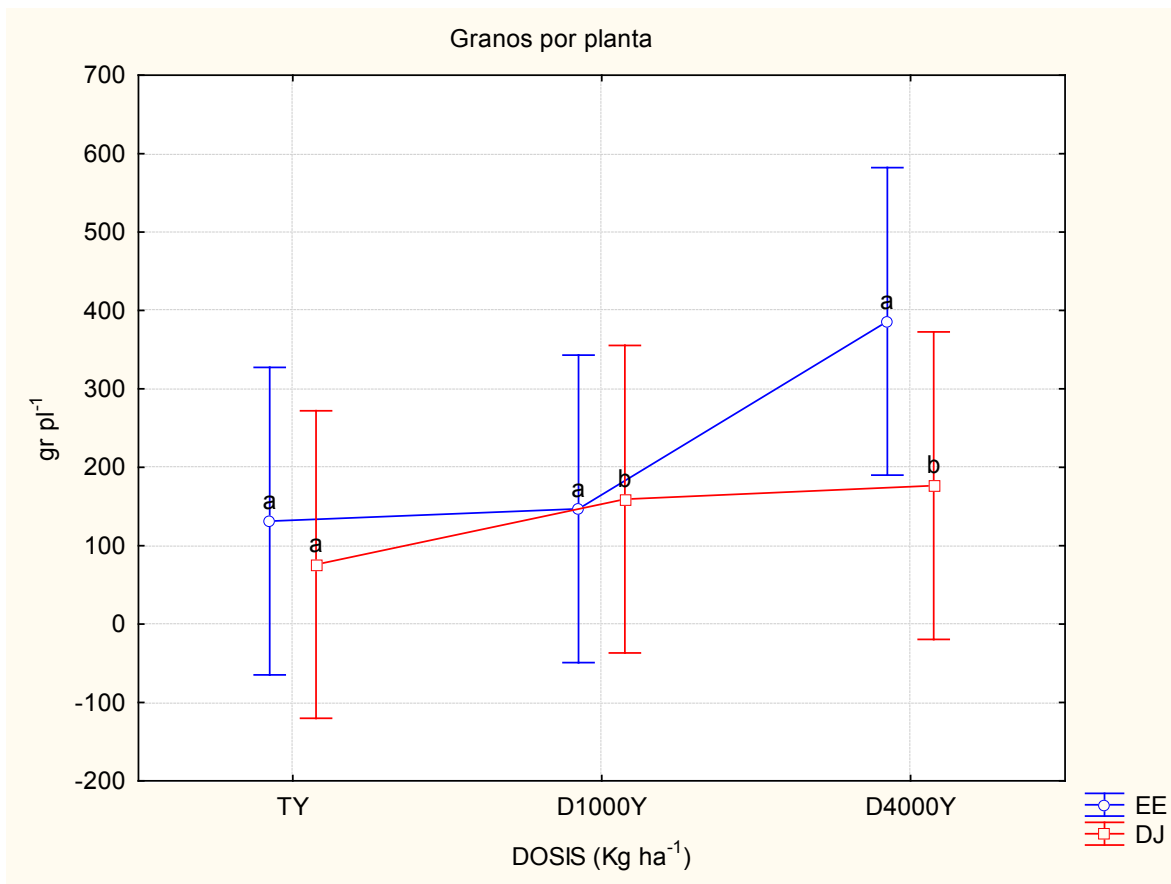
523



524

525 **Figura N°10. Peso mil granos (PMG) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 526 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 527 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 528 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 529 **mismo suelo (Tukey 0,05).**

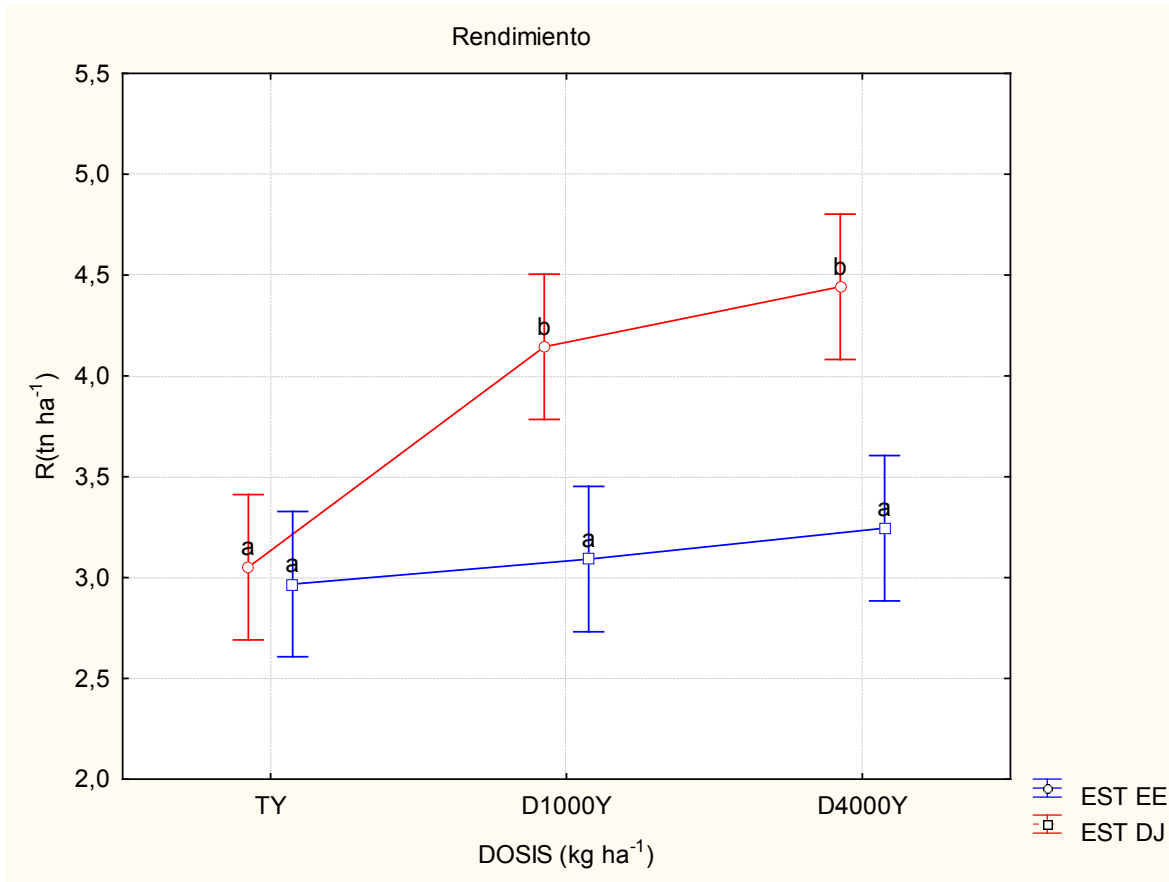
530



531

532 **Figura N°11. Granos por planta (gr pl⁻¹) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 533 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 534 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 535 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 536 **mismo suelo (Tukey 0,05).**

537



539

540 **Figura N°12. Rendimiento (t ha⁻¹) según: TY=0 kg ha⁻¹, D1000Y= 1.000 kg ha⁻¹**
 541 **D4000Y= 4.000 kg ha⁻¹ de dolomita con 200 kg ha⁻¹ de yeso en los tres tratamientos,**
 542 **para el suelo del establecimiento Don Joaquín (DJ) y de la Estación Experimental**
 543 **(EE). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para un**
 544 **mismo suelo (Tukey 0,05).**